DIAGNÓSTICO AMBIENTAL DO RIBEIRÃO LINDÓIA (LONDRINA–PR): ASPECTOS FÍSICO-QUÍMICO E BACTERIOLÓGICO

Leila LIMBERGER [1]
Geraldo Tercerio CORREA [2]

RESUMO

A construção de um espaço onde os indivíduos possam se sentir em harmonia com o ambiente onde habitam, "interagindo" com a cidade, mesmo que seja numa fração dela, pode contribuir para o bem-estar das pessoas. Com este intuito foi projetada a construção de cinco lagos no ribeirão Lindóia, zona norte da cidade de Londrina – PR. No entanto essa construção não pode ser feita de maneira inconseqüente: é preciso diagnosticar a suscetibilidade dos riscos advindos da intervenção naquele meio, e saná-los, para que os lagos sejam "sustentáveis", e não se constituam num depósito de rejeitos. Através de análises de aspectos físicos, químicos e bacteriológicos realizadas no leito do Ribeirão Lindóia, discute-se as causas de poluição e/ou degradação ambiental desta bacia e apresentam-se propostas à sua resolução. Como resultados têm-se a constatação de ausência de mata ciliar na maior parte do leito, ocasionando um forte assoreamento, tendo em vista a proliferação de novos loteamentos urbanos nesta bacia. Em conseqüência tem-se a eutrofização das águas, que traz alterações na concentração de oxigênio, alterando os parâmetros físico-químicos analisados, afetando principalmente a demanda química de oxigênio (DQO), o oxigênio dissolvido (OD), fosfato e a concentração de coliformes. Com estes resultados, pode-se perceber que represamento do Ribeirão Lindóia precisa ser pensado com muito cuidado, pois o seu poder de auto-depuração será reduzido; poderão surgir patologias ligadas à má qualidade da água; poderá haver proliferação de bactérias anaeróbicas, visto a diminuição do oxigênio na água pela diminuição da velocidade de fluxo no leito; ocorrerão mudanças na flora e fauna aquáticas, alterando o ecossistema atual; etc. Portanto, plantio de mata ciliar, dragagens periódicas do leito, monitoramento da qualidade das águas, aplicação da lei de zoneamento urbano, implantação de projetos de educação ambiental figuram como propostas para viabilizar este empreendimento, que busca a melhoria da qualidade de vida dos londrinenses.

Palavras-chave: bacia hidrográfica; Ribeirão Lindóia-Londrina; represamento; uso do solo urbano.

INTRODUÇÃO

Na sociedade atual, onde aproximadamente 85% da população mundial é urbana (MOTA, 1999), muitas pessoas não se sentem parte da cidade, não se identificam mais com ela, seja pela falta de condições sanitárias mínimas; ausência de serviços indispensáveis à vida das pessoas nas cidades; destruição de recursos de valor ecológico; poluição do meio ambiente; condições precárias de habitação; competição, em vários aspectos, em especial a profissional; falta de contato com o "natural" e até mesmo com as pessoas; etc. Neste sentido, a construção de um espaço público onde os cidadãos possam interagir com a cidade (mesmo que seja numa fração dela, construída artificialmente, como é o caso dos lagos da zona norte da cidade de Londrina) pode contribuir para o bem-estar das pessoas,

[1] Universidade Estadual Paulista –UNESP– Campus Rio Claro, Mestranda em Geografia, leilalim@yahoo.com.br.
[2] Universidade Estadual de Londrina, Londrina – PR., Docente, gtcorrea@uel.br

visto que elas terão um lugar na cidade onde poderão se sentir em harmonia com o ambiente.

Porém, essa construção não pode ser feita de maneira inconseqüente. É preciso diagnosticar a suscetibilidade dos riscos advindos da intervenção daquele meio, e solucioná-los, para que o lago seja "sustentável", e não se constitua num depósito de esgotos domésticos, lixo, sedimentos, dentre outros.

Portanto, realizar o diagnóstico ambiental na bacia do ribeirão Lindóia, no momento em que muita polêmica o ronda, devido às alterações a que será submetido pela construção dos lagos e parques, torna-se importante contribuição para que esse empreendimento venha a ser feito da maneira mais sensata e "ecologicamente correta" possível.

Neste sentido, o presente trabalho objetiva analisar aspectos físicos, químicos e bacteriológicos da bacia do ribeirão Lindóia, discutir as causas de poluição e/ou degradação ambiental e elaborar propostas para solucionar adequadamente cada um.

A análise do corpo hídrico é justificada visto ser o reflexo do que ocorre na sua bacia, unidade geográfica de análise. Com os resultados das coletas físico-químicas e bacteriológicas pode-se fazer um diagnóstico do que vem ocorrendo na bacia, e elaborar as propostas para sanar estas agressões ao meio.

A IMPORTÂNCIA DOS ESTUDOS AMBIENTAIS

A partir da Conferência de Estocolmo, em 1972, a questão ambiental tem conquistado cada vez mais espaço nas mais variadas áreas de atuação do homem. Isto porque até esta data o uso dos recursos naturais vinha sendo feito sem qualquer restrição ou preocupação quanto à sua qualidade ou quantidade: o objetivo maior era o desenvolvimento e o progresso econômico. É evidente que mesmo desde a Antiguidade havia uma sensibilidade com a "Natureza"; porém o pensamento predominante, principalmente depois do *Discurso sobre o Método*, de Descartes, era o do uso da natureza como recurso para trazer o bem estar ao homem. (GIANSANTI, 1998)

No entanto, esta preocupação com o ambiente natural só foi fortalecida na Conferência Rio-92. Vale ressaltar, porém, pautado no que coloca Tauk-Tornisielo et alli (1995, p.11), que esta preocupação é "motivada muito mais pela necessidade de racionalizar custos do que desenvolver possíveis cuidados com o ambiente", principalmente por parte das indústrias.

A problemática ambiental é percebida por Leff (2002) ora como resultado da pressão do crescimento da população sobre os recursos ora como efeito da acumulação de capital e da maximização da taxa de lucro a curto prazo, o que faz com que a exploração seja acelerada. Para este autor, "a problemática ambiental gerou mudanças globais em sistemas socioambientais complexos que afetam as condições de sustentabilidade do planeta" (LEFF, 2002, p. 59)

Como reflexo deste novo paradigma no pensamento sobre o meio ambiente, com o amadurecimento do movimento ambientalista, surge o conceito de Desenvolvimento Sustentável, que, como descreve Nana Medina (apud BRITO e CÂMARA, 1998, p. 85),

> também chamado ecodesenvolvimento, originou-se em 1968, na Biosphere Conference, em Paris, ampliando-se a partir da Conferência de Estocolmo, em 1972. Mas pode-se dizer que a difusão mais ampla do conceito foi a partir da publicação do Relatório de Brundtland, elaborado pela Comissão Mundial sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento, das Nações Unidas, que ficou conhecido no Brasil como *Nosso Futuro Comum*, publicado em 1987. Outras correntes de pensamento sobre *desenvolvimento sustentável* vêm ampliando o conceito, como o *Informe Haia 1992*, preparatório para a Conferência da Rio-92 [...]

Segundo o relatório *Nosso Futuro Comum*, a busca do desenvolvimento sustentável requer: um sistema político que assegure a efetiva participação dos cidadãos no processo decisório; um sistema econômico capaz de gerar excedentes e *know how* técnico em bases confiáveis e constantes; um sistema social que possa resolver as tensões causadas por um desenvolvimento não equilibrado; um sistema de produção que respeite a obrigação de preservar a base ecológica do desenvolvimento; um sistema tecnológico que busque constantemente novas soluções; um sistema internacional que estimule padrões sustentáveis de comércio e financiamento; um sistema administrativo flexível e capaz de autocorrigir-se. (GIANSANTI, 1998, p. 10)

A Agência de Estado de Meio Ambiente conceitua Desenvolvimento Sustentável como modelo de desenvolvimento que leva em consideração, além dos fatores econômicos, aqueles de caráter social e ecológico, de modo equilibrado. A partir da constatação de que os recursos naturais têm uma oferta limitada, isto é, podem acabar, defende a idéia de sua reposição permanente através do uso adequado, isto é, ecologicamente equilibrado, dentro de práticas econômicas eficientes. Para entender estas duas condições, considera indispensável uma política social compatível, a fim de evitar a degradação humana. (BRITO e CÂMARA, 1998).

Parafraseando Giansanti (1998), pode-se entender o desenvolvimento sustentável não como uma mera categoria econômica, restrita às novas tecnologias e subordinada a cada novo produto do mercado. Para ele, este conceito implica diminuição gradativa dos índices de crescimento dos países ricos e a possibilidade de que outros alcancem plenas condições de vida e direitos essenciais à cidadania.

No entanto, Leff (2002, p. 61) acredita que

> As estratégias do ecodesenvolvimento estão sujeitas também a certas ideologias teóricas e delimitadas por paradigmas científicos que dificultam as possibilidades de reorientar as práticas produtivas para um desenvolvimento sustentável.

Ou seja, colocar em prática o conceito de desenvolvimento sustentável exige mais uma nova concepção da relação sociedade-natureza do que simplesmente inserir a questão ambiental nos paradigmas econômicos atuais.

Neste sentido, apresenta-se o conceito de Gestão Ambiental, que procura corroborar com a melhoria da qualidade ambiental. Lanna (1995, apud LEAL, 1998, p. 26) define-a como

> uma atividade analítica e criativa, voltada à formulação de princípios e diretrizes, ao preparo de documentos orientadores e projetos, à estruturação de sistemas gerenciais e à tomada de decisões que têm por objetivo final promover, de forma coordenada, o inventário, uso, controle e proteção do ambiente.

A Gestão Ambiental compreende a política ambiental, o gerenciamento ambiental e o planejamento ambiental. (LEAL, 1998). Assim, percebe-se que a Gestão contribui para a busca do Desenvolvimento Sustentável, visto preconizar o planejamento e estudos sobre o ambiente para melhorar a qualidade e conservação do mesmo.

URBANIZAÇÃO E MEIO AMBIENTE

Principalmente no último século, e mais acentuadamente nos últimos 40 anos, um acelerado crescimento populacional vem sendo registrado, concentrando-se, em especial, nas áreas urbanas. Essa concentração traz consigo uma pressão maior aos recursos naturais, como poluição de recursos hídricos, degradação do solo, agressão às áreas de proteção permanente (como áreas ciliares aos cursos d´água), além de trazer também problemas

sociais como falta de moradia ou moradias precárias, dificuldade de acesso por parte dos cidadãos aos serviços públicos, proliferação de doenças ligadas à falta de saneamento básico e salubridade.

Essa concentração nos assentamentos urbanos se deu, no Brasil, basicamente, pelo sistema de modernização da agricultura (com a implantação de monoculturas de exportação, como acontece atualmente com o intenso cultivo da soja), que fez/faz com que os "pequenos" trabalhadores rurais sejam impulsionados a buscar "melhores condições de vida" nas cidades.

Em Londrina - PR essa intensa urbanização deu-se por volta de 1970, com a brusca diminuição da cultura do café, em parte devido à "geada negra" de 1975, mas principalmente devido a políticas do governo ditatorial, porque o mercado internacional já não necessitava de tanto café, e, sim, de novos produtos de exportação (CARVALHO, 1987). E, ainda segundo a autora, a implantação desta nova cultura produtiva fez com que as pequenas propriedades de café fossem substituídas por plantações mecanizadas, e com isso, os pequenos proprietários foram contribuir com o crescimento da cidade.

O aumento da população urbana deveria ser acompanhado do crescimento de toda a infra-estrutura urbana, com um crescimento ordenado, onde fosse dada à população uma mínima condição de vida, bem como para que as influências da urbanização sobre o meio pudessem ser minimizadas. No entanto, o que se vê, é um crescimento desordenado, sem considerar as características naturais do meio: "as cidades crescem de forma caótica, exigindo ações posteriores de ordenamento" (MOTA, 1999, p.19)

Para Bursztyn (apud PIEROTE, 1999, p.29)

> (...) até a metade deste século, a degradação dos recursos ambientais se apresentavam como um problema de caráter setorial, não interferindo como um fator limitante – seja na área econômica ou de decisão política – do processo de desenvolvimento dos países que alcançaram um elevado grau de industrialização.

Porém, atualmente, existe uma crescente preocupação quanto à preservação do que ainda resta dos recursos naturais. Isto porque o impacto sobre o ambiente é tal que acaba por interferir nas atividades humanas.

A cidade se caracteriza como um dos principais focos de agressão ao meio, com sua concentração de indústrias, resíduos sólidos e líquidos, queima de combustíveis fósseis, desmatamento para sua implantação. Procurando analisar a cidade como um ecossistema, Odum (apud DIAS, 1989, p.18) nos diz que a cidade moderna é um parasita do ambiente rural, porquanto produz pouco ou nenhum alimento, polui o ar e recicla pouca ou nenhuma água e materiais orgânicos. Funciona simbioticamente quando produz e exporta mercadorias, serviços, dinheiro e cultura para o ambiente rural, em troca do que recebe deste. Já para Boyden et al. (apud DIAS, 1989, p.18), a cidade, do ponto de vista ecológico, é, de muitas maneiras, vista como um gigantesco animal imóvel: consome oxigênio, água, combustíveis, alimentos, e excreta despejos orgânicos e gases poluentes para a atmosfera; não sobreviveria por mais de um ou dois dias sem a entrada, nesse complexo sistema, dos recursos naturais dos quais depende.

São notáveis os efeitos da urbanização sobre o meio ambiente. Para WILHEIM (apud MOTA, 1993, p.50), o primeiro efeito já seria o próprio desmatamento da área onde serão construídas moradias, processo este inevitável, que causa principalmente a "impermeabilização e a aridez excessiva da cidade e a mudança gradual do microclima". Em seguida, ainda segundo o supra citado autor, vem a terraplanagem, que muda a topografia e a drenagem natural, arrasa morros e causa o assoreamento dos córregos urbanos. Depois, com os solos desnudos e frágeis, acontece o processo de erosão. Às vezes ainda são aterradas algumas áreas, como necessidade de novos espaços, alterando regimes e correntes hídricos. Outra ação que causa muita degradação ambiental em áreas urbanas é

a ocupação de várzeas. Locais periodicamente ocupados pela água dos rios são aterrados, ocupados, loteados e vendidos, alterando o regime do rio, destruindo a vegetação natural desses ambientes, "estrangulando" o rio e, ainda, submetendo a população a futuras enchentes.

Em resumo, para Wilheim (apud MOTA, 1993, p.51),

> a composição de diversos fatores resultou em drenagem urbana insuficiente, em elevação de temperatura, em impermeabilização excessiva, levando as águas de chuvas torrenciais a irem com excessiva rapidez às calhas dos rios, provocando enchentes urbanas anuais.

Diz ainda que os rios se transformaram em "fétidas e perigosas cloacas de esgoto".

Outros problemas trazidos pela urbanização são, por exemplo, a poluição sonora, a poluição provocada pelas indústrias e automóveis e, ainda, o grande acúmulo de lixo produzido.

Analisando os problemas levantados, percebe-se a necessidade de melhorias das condições de vida nas cidades. Estas melhorias estão situadas desde as ações partindo tanto da população (como construções de moradias auto-sustentáveis, com maior área permeável, (re)educação ambiental, cuidado com os resíduos, etc.) quanto do poder público. Assim, o planejamento ambiental urbano se torna importante, no sentido em que busca ordenar o assentamento urbano, em busca de uma qualidade de vida melhor para os cidadãos.

A BACIA HIDROGRÁFICA COMO UNIDADE DE PLANEJAMENTO

A bacia hidrográfica, como unidade geográfica de análise, vem sendo utilizada atualmente por muitos geógrafos para análises, diagnóstico e planejamento, apesar de esta utilização não ser recente. Isto se dá, segundo Ward (apud COSTA, 1998, p. 67), visto que o geógrafo está mais interessado em como a paisagem atua e nas interações do homem com ela, o que significa que muitos dos objetivos hidrológicos do geógrafo estejam dirigidos não para a solução de problemas hidrológicos específicos, mas para a mais completa compreensão da paisagem, através de uma *visão sistêmica*, o que é possibilitado na análise com base na bacia de drenagem.

Para Silveira (2001, p. 40), bacia hidrográfica pode ser definida como "[...] uma área de captação natural da água da precipitação que faz convergir os escoamentos para um único ponto de saída", o exutório. Assim, o estudo em bacia hidrográfica torna-se interessante no sentido em que tem delimitações naturais (espigão divisor de águas) e os fenômenos que ocorrem na sua área influenciam o funcionamento de todo o sistema hidrológico (por exemplo, a descarga de material poluente num determinado local da bacia pode influenciar os seres vivos do corpo d´água a vários quilômetros a jusante). Então, principalmente pelo fato da relação causa-efeito que ocorre numa bacia de drenagem é que se justifica o estudo ambiental nessa unidade de análise. Assim, as bacias de drenagem podem ser utilizadas como unidades básicas para planejamento e manejo de recursos hídricos, já que representam uma área que é delimitada por regiões topograficamente elevadas, os "divisores de águas" e todos os componentes que integram a paisagem apresentam um determinado tipo de interação: atmosfera e vegetação, solo e vegetação, rocha e lençol freático, rio ou lago e os limites do solo. (SANTOS, 1999).

A Lei nº 9.433 de janeiro de 1997, que dispõe sobre a Política Nacional dos Recursos Hídricos, coloca em destaque a adoção de Bacia Hidrográfica como unidade de planejamento. "Ela estabelece o reconhecimento do valor econômico da água e determina que as decisões devem ser tomadas no âmbito de governos regionais e mesmo locais" (PIEROTE, 1999, p. 44). Isto significa que usuários, sociedade civil, ONG's e outros

segmentos, através da criação de Comitês e Agências de Bacias, podem atuar no processo de decisão e gerenciamento da bacia hidrográfica a qual pertençam.

A Agenda 21, documento elaborado durante a Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento, em 1992 no Rio de Janeiro, também institui a bacia hidrográfica como unidade para manejo integrado dos recursos hídricos. (CNUMAD, 2001)

Estudos e trabalhos de planejamento e gestão em bacias hidrográficas apresentam, basicamente, as seguintes etapas metodológicas: diagnóstico ambiental; prognósticos, com as prováveis condições futuras; proposição de diretrizes a serem seguidas no uso e ocupação do solo da bacia; e por fim, o gerenciamento, sendo o monitoramento, controle e fiscalização das ações. (MACHADO, 2001)

No caso do gerenciamento de bacias hidrográficas, Pires, Santos & Del Prette (2002), defendem a utilização desta unidade visto que, primeiramente, no âmbito local, é mais factível a aplicação de uma abordagem que compatibilize o desenvolvimento econômico e social com a proteção dos ecossistemas naturais. Em segundo lugar, permite a democratização das decisões, que são tomadas entre as autoridades, os planejadores e usuários (privados e públicos), bem como os representantes da comunidade.

Concordando com Cunha & Guerra (2000, p. 376), entende-se que

> pelo caráter integrador, a Bacia Hidrográfica pode ser considerada excelente unidade de gestão dos elementos naturais e sociais. Nesta ótica, é possível acompanhar as mudanças introduzidas pelo homem e as respostas da natureza como erosão dos solos, movimentos de massa e enchentes, cujos processos devem ser acompanhados por monitoramentos que levem à compreensão de uma natureza integrada.

Tendo o exposto acima, aceita-se a idéia de ser a bacia hidrográfica uma excelente unidade de análise em Geografia, sendo, por isso, adotada no presente trabalho.

PARÂMETROS DE QUALIDADE DA ÁGUA

Os parâmetros físico-químicos e microbiológicos constituem um instrumento importante para o diagnóstico das condições em que um determinado ecossistema aquático se encontra.

Para Leal (1998), qualitativamente, pode-se caracterizar a água por fatores *estéticos* (cor, turbidez, odor, sabor), afetando principalmente os usos humanos; *fisiológicos* (toxicidade, patogenicidade, salinidade), que afetam mais a saúde; e *ecológicos* (pH, OD, produtividade), que estão relacionados com a proteção da vida e à reprodução dos organismos aquáticos. Citando Branco (1991), Leal (1998, p. 5) afirma que

> esses fatores podem ser caracterizados através da (sic) medições de alguns parâmetros físicos (cor; turbidez; odor; sólidos em suspensão e dissolvidos; temperatura; calor específico; densidade; condutividade) e químicos (conteúdo orgânico, avaliado pela DBO ou DQO; conteúdo iônico; gases dissolvidos; nutrientes; metais pesados; compostos orgânicos sintéticos como fertilizantes e defensivos; conteúdo radiativo).

Von Sperling (1996) acrescenta ainda a característica biológica das impurezas que podem estar contidas na água, podendo ser representada por seres vivos ou mortos, podendo ser dos reinos animal, vegetal ou protista.

Visando determinar padrões de qualidade dos cursos d'água, com indicação de usos diferenciados aos rios dentro das referidas classes, o Conselho Nacional do Meio Ambiente, através de sua resolução nº 20, de 18 de Junho de 1986, estabeleceu a classificação das águas doces, salobras e salinas do Território Nacional. Esta classificação está baseada não

necessariamente no seu estado atual das águas, mas nos níveis de qualidade que estas deveriam possuir para atender às necessidades da comunidade, o que faz com que exista uma busca pela melhoria da qualidade das águas do rios.

São classificadas, segundo seus usos preponderantes, em nove classes, numa ordem decrescente de "qualidade" para uso, sendo quatro como águas doces, duas como salobras e três como salinas.

Em assim sendo, as coletas dos parâmetros de qualidade da água devem ser relacionados aos índices propostos pela regulamentação do CONAMA para a sua classe, para emissão do resultado das análises.

A seguir apresenta-se a tabela 01, onde constam alguns parâmetros físico-químicos e microbiológicos que definem a qualidade da água dos cursos hídricos da classe 3, a qual se insere o ribeirão Lindóia, indicados pela Resolução 20 do CONAMA.

Tabela 01 – Valores indicados pela Resolução do CONAMA nº 20 quanto à qualidade da água para a classe 3

PARÂMETRO	VALORES ACEITÁVEIS
Materiais flutuantes, inclusive espumas não naturais	virtualmente ausentes
odor e gosto	virtualmente ausentes
óleos e graxas	virtualmente ausentes
Corantes artificiais que não sejam removíveis por processo de coagulação, sedimentação e filtração convencionais	não permitido
Substâncias que formem depósitos objetáveis	virtualmente ausentes
número de coliformes fecais	até 4.000 / 100ml em 80% ou mais de pelo menos 5 amostras mensais; em indisponibilidade de exames aceita-se até 20.000 coliformes totais
DBO $_{5\ dias}$ a 20ºC	até 10 mg/l O_2
PH	6 a 9
OD	não inferior a 4 mg/l O_2
Nitrogênio amoniacal	1,0 mg/l N
Fosfato total	0,025 mg/l P

No presente trabalho foram utilizados para medida os parâmetros de Temperatura da água, pH, amônia e nitrogênio amoniacal (NH_4), demanda química de oxigênio (DQO), fosfato (PO_4), oxigênio dissolvido (OD), coliformes fecais e totais. A seguir esses parâmetros serão explicitados, conforme definições de Von Sperling (1996) e Macedo (2000).

- Temperatura da água - tem origem da transferência de energia calorífica por radiação, condução e convecção (atmosfera e solo). Elevações na temperatura aumentam a taxa das reações químicas e biológicas, diminuem a solubilidade dos gases (ex.: oxigênio dissolvido), aumentam a taxa de transferência dos gases (o que pode gerar mau cheiro, por exemplo).

- pH – "Potencial hidrogeniônico. Representa a concentração de íons hidrogênio H^+, dando uma indicação sobre a condição de acidez, neutralidade ou alcalinidade da água. A faixa de pH é de 0 a 14" (VON SPERLING, 1996, p. 26). Tem sua origem natural na dissolução de rochas, absorção de gases da atmosfera, oxidação da matéria orgânica e da fotossíntese; pode também ter origem antrópica, através de despejos domésticos e industriais. Valores abaixo de 7 representa condição ácida; igual a 7, neutralidade; acima de 7, condição básica. Valores de pH afastados na neutralidade podem afetar a vida aquática; valores elevados de

pH podem estar associados à proliferação de algas. É influenciado pela quantidade de matéria orgânica disponível, pois a matéria ao se decompor, forma ácidos orgânicos.

- Amônia e nitrogênio amoniacal (NH_4) – Dentro do ciclo do nitrogênio na biosfera, este alterna-se entre várias formas e estados de oxidação. No meio aquático, o nitrogênio pode ser encontrado na forma de nitrogênio molecular (N_2), nitrogênio orgânico (dissolvido e em suspensão), amônia (NH_4), nitrito (NO_2^-) e nitrato (NO_3^-). É constituinte de proteínas, clorofila e vários outros compostos biológicos. Pode ter origem de despejos domésticos e industriais, excrementos de animais e fertilizantes. O nitrogênio é um elemento indispensável para o crescimento de algas e, quando em elevadas concentrações em lagos e represas, pode conduzir a um crescimento exagerados desses organismos (eutrofização); nos processos bioquímicos de conversão da amônia a nitrito e deste a nitrato, implica no consumo de oxigênio dissolvido do meio; na forma de amônia livre é diretamente tóxico aos peixes; em um corpo d´água, a determinação da forma predominante do nitrogênio pode fornecer informações sobre o estágio da poluição, visto que poluição recente está associada ao nitrogênio na forma orgânica ou de amônia, enquanto uma poluição mais remota está associada ao nitrogênio na forma de nitrato. Portanto, a presença de alta concentração de nitrogênio amoniacal na água pode indicar deficiência de oxigênio dissolvido e grande quantidade de matéria em decomposição.

- Demanda Química de Oxigênio (DQO) – A matéria orgânica presente nos corpos d'água é uma característica de primordial importância, sendo a causadora do principal problema de poluição das águas: o consumo do oxigênio dissolvido pelos microrganismos nos seus processos metabólicos de utilização e estabilização da matéria orgânica. Os principais componentes orgânicos são os compostos de proteína, os carboidratos, a gordura e os óleos. Há uma grande dificuldade na determinação laboratorial dos diversos componentes da matéria orgânica nas águas residuárias, face à multiplicidade de formas e compostos em que a mesma pode se apresentar. Em assim sendo, utilizam-se normalmente métodos indiretos para a quantificação da matéria orgânica, ou do seu potencial poluidor. Nesta linha, existem duas principais categorias: *Medição de consumo de oxigênio* (Demanda Bioquímica do Oxigênio – DBO – e Demanda Química de Oxigênio – DQO) e *Medição do Carbono Orgânico* (Carbono Orgânico Total – COT). O DQO mede o consumo de oxigênio ocorrido durante a oxidação química da matéria orgânica; o valor obtido é uma indicação indireta do teor de matéria orgânica presente.

- Fosfato (PO_4) - Pode ter origem natural, por dissolução de compostos do solo ou decomposição da matéria orgânica, e origem antrópica, através de despejos domésticos e industriais, detergentes, excremento de animais e fertilizantes. O Fósforo é um elemento indispensável para o crescimento de algas e, quando em elevadas concentrações em lagos e represas, pode conduzir a um crescimento exagerado desses organismos (eutrofização). Se os valores de fosfato forem mantidos em níveis mínimos através de plantas existentes, predominará o equilíbrio dinâmico entre a "oferta e a procura".

- Oxigênio Dissolvido (OD) – É de essencial importância para os organismos aeróbios. Durante a estabilização da matéria orgânica, as bactérias fazem uso do oxigênio nos seus processos respiratórios, podendo vir a causar uma redução da sua concentração no meio. Dependendo da magnitude deste fenômeno, podem vir a morrer diversos seres aquáticos. Caso o oxigênio seja totalmente consumido, tem-se as condições anaeróbias, com geração de odores fétidos. Tem origem natural da dissolução do oxigênio atmosférico e produção pelos organismos fotossintéticos; sua antropogenia resulta da introdução de aeração artificial. O OD é o principal parâmetro de caracterização dos efeitos da poluição das águas por despejos orgânicos. A solubilidade do OD varia com altitude e temperatura: ao nível do mar, à 20ºC, a concentração de saturação é igual a 9,2 mg/l; valores de OD superiores à saturação são indicativos da presença de algas; valores de OD bem inferiores à saturação são indicativos da presença de matéria orgânica (provavelmente esgotos); com OD em torno de 4-5 mg/l morrem os peixes mais exigentes; com OD igual a 2 mg/l todos os peixes estão mortos; com OD igual a 0 mg/l tem-se condições de anaerobiose.

- Coliformes Fecais e Totais – A determinação da potencialidade de uma água transmitir doenças de veiculação hídrica pode ser efetuada de forma indireta, através dos *organismos indicadores da contaminação fecal*, principalmente os pertencentes ao grupo de coliformes. Os coliformes apresentam-se em grande quantidade nas fezes humanas (cada indivíduo elimina em média de 10^{10} a 10^{11} células por dia); de 1/3 a 1/5 do peso das fezes humanas é constituído por bactérias do grupo coliforme; se apresentam em grande número apenas nas fezes do homem e de animais de sangue quente, o que o torna um bom indicador de poluição; apresentam resistência similar à maioria das bactérias patogênicas intestinais.

MATERIAIS E PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Inicialmente realizou-se um levantamento bibliográfico visando tanto a fundamentação teórica da pesquisa como levantamentos de projetos na Prefeitura Municipal de Londrina para a área da bacia, no caso sobre a criação do Parque Linear e Lagos da Zona Norte da cidade**.**

A carta hipsométrica da bacia foi gerada tendo como base a carta "Londrina" do IBGE, folha SF-22-U-II, na escala de 1:50000. Esta carta foi e suas isolinhas foram digitalizadas através do software SPRING 4.0.

Através de um levantamento realizado no Instituto de Pesquisas e Planejamento Urbano de Londrina (IPPUL), tendo como referência a carta base da cidade de Londrina, elaborou-se uma relação dos bairros que compõem a área de estudo. Recorreu-se, então, à Secretaria de Planejamento da Prefeitura Municipal de Londrina, onde existe uma lista com a população aproximada dos bairros, que foi realizada através de uma adequação das estimativas de população por setores do IBGE. Assim, conseguiu-se estimar a população da área de estudo em aproximadamente 58.000 pessoas, relacionando-se os bairros da bacia com a população estimada por cada bairro pela Secretaria Municipal de Planejamento.

Oito trabalhos de campo foram realizados, tanto para reconhecimento de área quanto para as coletas de dados. Nestes trabalhos procedia-se a observação e interpretação da paisagem, como meio de compreender a relação existente entre os seus vários componentes.

Um *kit* da Secretaria Municipal do Ambiente (SEMA) foi adquirido para realização da análise físico-química e bacteriológica da água do ribeirão Lindóia. Este kit é elaborado pela Coordenadoria de Recursos Hídricos de São Paulo (COHESP); contém elementos para as medidas de temperatura, pH, amônia, nitrogênio amoniacal, fosfato, DQO, OD, coliformes fecais e coliformes totais, cujos resultados eram obtidos *in loco*, com exceção da medida de coliformes, que deve permanecer 24hs com a temperatura em torno de 37ºC, para a cultura das unidades formadoras de colônias (UFC).

As referidas análises foram sendo feitas mensalmente, em pontos pré-determinados, sendo o ponto 01 à nascente, o ponto 02 nas proximidades dos Jd. Himagawa e Ouro Verde (médio curso) e o ponto 03 nas proximidades do Pq. Milton Gavetti (baixo curso). No entanto, por falta de material para a coleta em todos os pontos, a partir do mês de agosto as medições no ponto 02 foram suspensas.

Além das coletas físico-químicas e bacteriológicas, escolheu-se um ponto para realização das medidas de velocidade de fluxo e forma da seção transversal. Este ponto localiza-se nas proximidades do Pq. Milton Gavetti, alguns metros a montante do ponto 03, num local sob uma ponte, com leito mais rochoso e com maior declividade em relação ao ponto 03.

O cálculo de velocidade de fluxo, conforme metodologia proposta por CUNHA (1996), era feito lançando-se uma laranja no leito do rio, marcando-se o tempo gasto para que esta percorresse uma distância previamente conhecida. Após calcula-se a média da velocidade e então encontra-se a velocidade de fluxo utilizando-se da fórmula V= D / T, onde V=

velocidade de fluxo, D= distância percorrida e T= tempo gasto para percorrê-la. A velocidade de fluxo é medida através de m/s.

Já o cálculo da forma do perfil transversal foi realizado através da medição, numa distância de 0,10 m entre os pontos, a profundidade da lâmina d`água ao fundo do leito. Para isto utilizou-se um barbante onde foi marcada a distância entre os pontos na superfície, e um "metro de marceneiro" para a medição da profundidade do leito.

Foi adquirida uma tabela, no Instituto Agronômico do Paraná – IAPAR – que consta dos valores de precipitação diária no ano de 2004. Estes dados foras cruzados com os obtidos em campo para verificação da existência de relação entre eles. Todos os dados foram tratados no software Excel, gerando tabelas e gráficos que são apresentados na seqüência deste trabalho.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Sendo Londrina uma cidade que teve um crescimento bastante intenso desde sua fundação (contanto hoje, com 70 anos, com 500.000 habitantes), este avanço da área urbana veio acompanhado de uma transfiguração da cobertura do solo, acarretando em problemas para o ribeirão Lindóia com a retirada da vegetação natural, como assoreamento; proliferação de plantas não condizentes à área (como algas e determinados tipos de gramíneas), devido à eutrofização; carreamento de metais pesados e outros tipos de poluentes para o rio; etc.

Portanto, sobre a área estudada pode-se dizer que esta é predominantemente marcada por características de ocupação urbana. No entanto, nas proximidades da nascente é onde encontram-se áreas rurais, com culturas anuais, bem como pastos. Também nesta região localiza-se uma área industrial que concentra o *pool* de combustíveis da cidade (já comprovadamente grande poluidor do ribeirão Lindóia), distribuidoras de gás liquefeito de petróleo (GLP), indústria de adubos, etc.

A vegetação ciliar, teoricamente de presença obrigatória pela legislação, encontra-se ausente em grande parte da bacia. Pode-se evidenciá-la em alguns locais concentrados, como nas proximidades da nascente, na cabeceira de alguns afluentes e nas proximidades da confluência com o ribeirão Quati. Mas vale ressaltar que, mesmo nestes pontos esparsos, a presença normalmente não atinge os 30m (trinta metros) de largura para córregos urbanos, garantidos pela legislação (MOTA, 1999)

Pode-se constatar também o surgimento de vários loteamentos novos nesta região, preenchendo alguns dos grandes vazios urbanos de Londrina, que se encontram na bacia do ribeirão Lindóia. Um fato que impulsionou o loteamento destes terrenos, pela valorização que proporcionou, é a construção dos lagos da zona norte, o que pode ser constatado através de campanhas publicitárias neste sentido. Inicialmente estes lotes seriam destinados à moradias de baixo padrão, visto se localizarem entre duas grandes aglomerações de conjuntos habitacionais. Agora, valorizados, os proprietários apressam-se em loteá-los e vendê-los.

Apesar de esta atividade exigir licenciamento ambiental, conforme legislação, afeta muito a cobertura do solo, devido a construção das ruas e avenidas, o que ocasiona erosão e carreamento de material sólido para o ribeirão, causando o assoreamento do mesmo.

Procurando-se a comprovação deste fato, e buscando identificar os pontos de contaminação da bacia, realizaram-se coletas físico-químicas e bacteriológicas no ribeirão. Como pode ser visto nas tabelas abaixo (tabelas 02, 03 e 04), e relacionando com a tabela da Resolução nº 20/1986 do CONAMA sobre os valores aceitáveis dos parâmetros analisados (tabela 01), percebe-se que o ribeirão apresenta valores acima dos regulamentados pela legislação, com referência a alguns destes parâmetros.

Tabela 02 – Valores resultantes das coletas no Ponto 01

Data	Temperatura (ºC)	PH	NH4 (mg/l)	Nit. Amoniacal	DQO (mg/l)	PO4 (mg/l)	OD	CF (Ufc/100ml)	CT (Ufc/100ml)
19/mai	17	6,5	0,2	0,16	100	0,5	0	120	600
16/jun	17	6,5	0,2	0,16	50	2,0	0	660	1200
28/jul	16	6,5	0,2	0,16	50	1,0	0	480	660
18/ago	17	6,5	0,2	0,16	20	0,5	0	300	300
19/set	21,5	6,5	0,2	0,16	20	2,0	0	240	1860
06/out	21,5	6,5	0,2	0,16	50	0,5	0	540	540
03/nov	21,5	6,5	0,2	0,16	50	1,0	0	480	480

Tabela 03 – Valores resultantes das coletas no Ponto 02

Data	Temperatura (ºC)	PH	NH4 (mg/l)	Nit. Amoniacal	DQO (mg/l)	PO4 (mg/l)	OD	CF (Ufc/100ml)	CT (Ufc/100ml)
19/mai	17	7,5	0,2	0,16	50	0,2	4	300	720
16/jun	16	7	0,2	0,16	10	0,2	20	540	840
28/jul	15,5	7	0,2	0,16	100	0,2	4	240	420

Tabela 04 – Valores resultantes das coletas no Ponto 03

Data	Temperatura (ºC)	PH	NH4 (mg/l)	Nit. Amoniacal	DQO (mg/l)	PO4 (mg/l)	OD	CF (Ufc/100ml)	CT (Ufc/100ml)
19/mai	18	7	0,2	0,16	5	0,2	10	360	780
16/jun	18	7	0,1	0,08	5	0,2	10	240	840
28/jul	16	7	0,2	0,16	0,0	0,2	10	120	1020
18/ago	17	7	0,2	0,16	0,0	0,2	10	480	1140
15/set	17,5	7	0,2	0,16	5,0	0,2	10	360	840
06/out	20	7	0,1	0,08	0,0	0,2	10	480	780
03/nov	21	7	0,2	0,16	0,0	0,2	10	540	840

Observem-se os valores de pH. Estes encontram-se normais, enquadrando-se nos valores exigidos pela legislação (6.0 – 9.0). No entanto no ponto 01 estão um pouco abaixo do ideal (7,0), apresentando-se dentro de todo o período com valores de 6,5, caracterizando uma leve acidez. Sendo o ponto 01 localizado próximo à área rural, ter o leito habitado por gramíneas aquáticas e ter pouca velocidade de fluxo, ocorre uma grande decomposição de matéria orgânica, que por sua vez gera CO_2 (gás carbônico), que torna a água mais ácida.

Em relação aos valores de amônia, nitrogênio amoniacal, fosfato percebe-se que não apresentaram muitas variações durante o período dos experimentos. No entanto as concentrações foram maiores no ponto 01.

Os valores de DQO tiveram valores significativamente diferentes nos 03 pontos de coleta, com maiores concentrações no ponto 01. A presença de altas taxas de DQO indica um ambiente anóxico, com grande quantidade de matéria orgânica em decomposição. No ponto 01 emerge uma enorme quantidade de gramíneas aquáticas, e a velocidade de fluxo no

canal é praticamente nula (desta forma o oxigênio atmosférico não é incorporado ao corpo d´água), além de ser margeada por áreas agrícolas e de pasto, apresentando, assim, grande quantidade de decomposição de matéria orgânica, o que justifica os altos valores de DQO. Já no ponto 03, por ter passado por áreas com topografia acidentada, o oxigênio atmosférico incorporou-se à água, fazendo com que os valores de DQO diminuíssem.

As práticas agrícolas utilizadas atualmente podem ocasionar mudanças na composição das águas dos rios, pois fertilizantes e adubação artificial intensiva enviam grande quantidade de nutrientes para os rios com as chuvas. Isto pode implicar na redução do oxigênio da água, ocasionando o surgimento de bactérias anaeróbicas que produzem gases nocivos, afetando tanto a vida vegetal quanto animal.

O raciocínio aplicado à interpretação dos valores de DQO pode ser aplicado aos valores de OD, que apresentaram valores constantes de 0 (zero) no ponto 01; repetiu-se o valor 4 (quatro) no ponto 02 e 10 (dez) no ponto 03. Ou seja, devido às características que apresenta o entorno do ponto 01 este tem valores nulos de oxigênio dissolvido na água, enquanto que no transcorrer do seu percurso o oxigênio vai sendo agregado, e a água, pode-se dizer, vai “ganhando vida”.

Sabendo-se que o valor indicado para a concentração de fosfato na água doce para a classe 3 é de até 0,025 mg/l P, neste caso os índices do referido parâmetro encontram-se acima do aceitável, particularmente no ponto 01. Pode-se afirmar, então, que há a presença de partículas vegetais mortas e processo de decomposição de matéria orgânica, bem como despejo de poluentes, possivelmente pela entrada de fertilizantes sintéticos (compostos por nitrogênio, fósforo e potássio), já que este ponto apresenta uma intensa atividade agrícola.

O índice de coliformes indica a presença de fezes humanas e/ou de animais de sangue quente na água. Nos valores indicados pela resolução do CONAMA para a classe 03 os valores de coliformes fecais podem chegar a 4.000/100ml e os de coliformes totais até 20.000/100ml. Recorrendo à tabela 03 pode-se verificar que os valores do Lindóia, portanto, estão enquadrados como aceitáveis. Percebe-se que, em geral, os valores de coliformes fecais e totais se apresentaram mais elevados no ponto 03. Isto pode ser explicado pelo fato de este ponto receber maior quantidade de escoamento superficial e sub-superficial, ou seja, existe maior possibilidade de escoamento de material fecal.

Enfim, comparando todos os índices obtidos dos experimentos, verifica-se que o ponto que se encontra em situação mais degradada quanto aos parâmetros físico-químico e bacteriológicos discutidos acima, é o ponto 01. Assim, necessita maiores cuidados e ações imediatas, principalmente pensando-se que este ponto é na nascente do ribeirão, buscando a recomposição de sua forma natural, com implantação de mata ciliar e também a remoção das plantas que atualmente tomam o seu leito.

Através da análise do gráfico abaixo (figura 01), que registra as precipitações no período de estudo, pode-se afirmar que existe pouca relação entre as coletas físico-químico e bacteriológicas e os valores de precipitação.

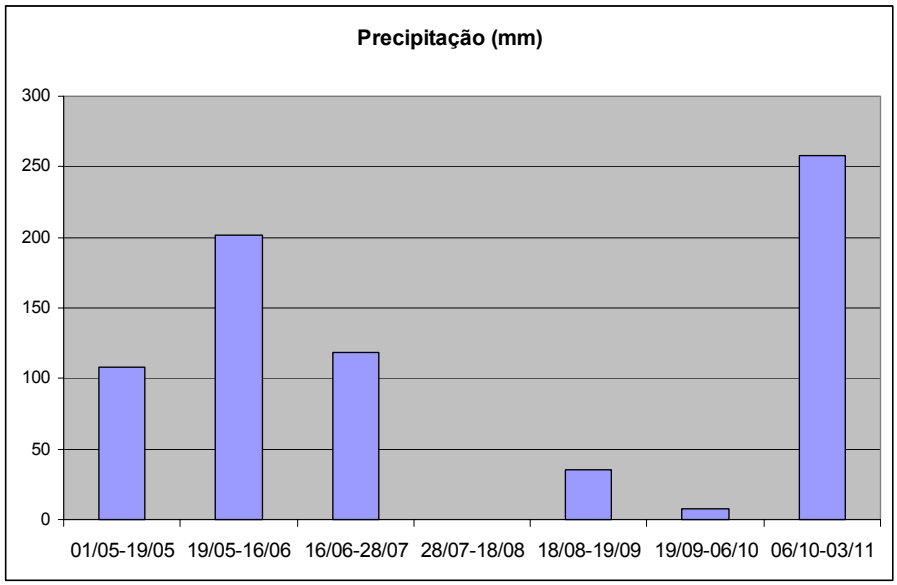

Figura 01 – Gráfico que representa a precipitação ocorrida entre as coletas de dados. Fonte: Instituto Agronômico do Paraná - IAPAR

Isto porque, por exemplo, as maiores precipitações foram registradas nas coletas realizadas em 16 de junho e 03 de novembro; nos pontos 01 o maior valor de coliformes fecais foi registrado no dia 16 de junho, e no ponto 03, no dia 03 de novembro. Mas os demais valores não coincidem proporcionalmente aos valores de precipitação.

No entanto, em se tratando dos dados de velocidade de fluxo do ribeirão, seu aumento pode ser atribuído à maior precipitação no período, como pode ser verificado na figura 02. As tomadas de velocidade de fluxo foram realizadas no talvegue da seção por apresentar maior fluxo energético.

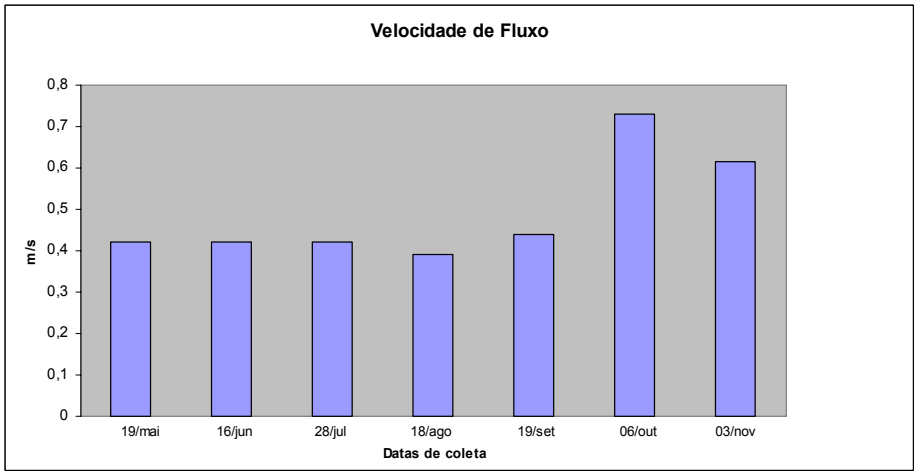

Figura 02 – Gráfico da velocidade de fluxo registrada no período dos experimentos.

Nas datas de coleta em outubro e novembro verificou-se uma precipitação maior (a precipitação de outubro foi próxima à data de coleta, não sendo refletida no gráfico de precipitação, representado na figura 01), refletida numa também maior velocidade de fluxo. A partir desta comprovação pode-se confirmar a expressão de que o leito d'água é um "espelho" do que ocorre em sua bacia, necessitando-se de um melhor planejamento das ações passíveis de poluição nesta para que o corpo hídrico tenha maior qualidade.

Quanto ao perfil transversal do leito, pode-se afirmar que houve um alargamento da lâmina d'água em épocas de maior precipitação. No entanto, pelo desenho das linhas representativas do leito da seção pode-se perceber que existem muitas irregularidades, podendo ser a própria topografia, soleiras, depressões, seixos, que se alteraram ao longo

dos meses. Isto demonstra intensa atividade no transporte de sedimentos nesta seção do rio. Vale ressaltar que as medidas de perfil transversal do leito e velocidade de fluxo foram realizadas numa porção do ribeirão que se apresenta encaixado, com leito rochoso, com seixos soltos.

Com estes resultados, pode-se perceber que, a construção dos lagos na zona norte precisa ser pensada com muito cuidado. Isto porque transformar este ambiente lótico em ambiente semi-lêntico pode torná-lo ainda mais poluído, pois o seu poder de auto-depuração será reduzido. Ainda se pensando no uso que a população fará deste ambiente (como pesca, banho, atividades náuticas, etc.), estas atividades poderão trazer patologias ligadas à água, podendo ocasionar graves problemas na saúde dos freqüentadores e/ou utilizadores da mesma.

Outra questão a ser analisada quando do barramento deste ribeirão é quanto à questões ecológicas relacionadas. Este ambiente pode vir a produzir mais bactérias anaeróbicas, visto a diminuição do oxigênio na água pela diminuição da velocidade de fluxo no leito. Também pode existir a proliferação de algas. Isto pode ocasionar mudanças na flora e fauna aquáticas, alterando o ecossistema atual.

PROPOSTAS PARA MELHORIA DAS CONDIÇÕES DO RIBEIRÃO E VIABILIDADE DO BARRAMENTO

Como exposto acima, pode-se perceber a possibilidade de aparecimento de vários problemas relacionados ao represamento do ribeirão para a construção de lagos para lazer. Neste sentido, e percebendo a importância destes lagos para a população de Londrina, e principalmente da zona norte da cidade, existe a necessidade da proposição de algumas ações para que estas obras tragam, efetivamente, mais qualidade de vida às pessoas que dele se utilizarem.

A primeira idéia que aparece é de um gerenciamento a montante da represa. Isto porque, numa análise de bacia hidrográfica, e vendo-a como um sistema aberto, pode-se afirmar que a jusante reflete o que é realizado na bacia. Portanto, se desde a nascente do ribeirão até sua foz ações corretivas, de prevenção da degradação venham a ser tomadas, provavelmente os lagos terão a qualidade de suas águas melhoradas. Duas propostas aparecem neste cenário: a dragagem do leito e a recomposição da mata ciliar.

A dragagem do leito vem, num primeiro momento, com o objetivo principal de remover o material sedimentado, o que causa o assoreamento do canal. Este assoreamento faz com que a velocidade de fluxo do canal diminua, diminuindo também a presença de oxigênio na água, deixando a água sem condições para a presença de vida aquática.

Sabe-se que a presença de mata ciliar é de extrema importância para a qualidade dos corpos hídricos, principalmente devido à suas funções hidrológica, ecológica e de filtro. Funcionam como filtros, retendo agroquímicos, poluentes e sedimentos que seriam transportados para os cursos d'água, afetando diretamente a quantidade e a qualidade da água e conseqüentemente a fauna aquática e a população humana. São importantes também como corredores ecológicos, ligando fragmentos florestais e, portanto, facilitando o deslocamento da fauna e o fluxo gênico entre as populações de espécies animais e vegetais. Em regiões com topografia acidentada, exercem a proteção do solo contra os processos erosivos.

No entanto, mesmo após a realização da dragagem e o plantio da mata ciliar, é necessário um contínuo monitoramento da qualidade das águas. Isto porque, caso o ribeirão venha a sofrer qualquer forma de agressão em sua qualidade, esta seja detectada de imediato, e resolvida em seguida. O monitoramento continuado também contribui para que se tenha um

profundo conhecimento do ribeirão, podendo-se, assim, tomar medidas em prol de sua melhoria de modo constante.

Vale lembrar a importância de que todas as ações devem ser tomadas respeitando-se sempre as leis de zoneamento urbano, visto que este dita as normas e diretrizes para o crescimento e ocupação das cidades.

E, para que se possa ter uma melhoria gradual e constante da qualidade do meio, torna-se de extrema importância a implantação de projetos de educação ambiental nos parques e lagos construídos. Sabe-se que esta atividade visa propiciar o conhecimento sobre o meio à população, fazendo com que as ações de proteção ao ambiente façam parte do cotidiano das pessoas. Sendo assim, o envolvimento dos moradores com o seu local de vivência torna-se maior, e estes passam a ser agentes, que buscam melhorar o seu ambiente.

CONCLUSÃO

Após a realização das coletas de dados, análises e experimentos, buscando alcançar o objetivo proposto de realizar o diagnóstico do ribeirão Lindóia e propor soluções para seus prováveis problemas, pode afirmar-se que este ribeirão encontra-se bastante alterado quanto às suas características naturais. Este fato se dá tanto por fatores ligados à área rural quanto urbana, ou ainda relacionados entre si. Chega-se a conclusão, portanto, de que os problemas existem, e que medidas devem ser tomadas tanto para sanar os existentes quanto para se evitar que a degradação ambiental continue a progredir na bacia.

Assim, a construção dos “Lagos da Zona Norte” deve ser precedida de ações que os tornem de melhor qualidade, evitando-se maiores problemas no futuro, como os arrolados no presente trabalho.

É importante ressaltar, ainda, os aspectos ligados à metodologia adotada para a obtenção dos resultados para a discussão. O *kit* fornecido pela SEMA é utilizado de maneira bastante simples; no entanto, seus valores não podem ser analisados sem considerar-se esta certa imprecisão das coletas. Isto porque seus valores apresentam-se em escala com baixa precisão; a observação é feita a olho nu, no próprio campo; etc. Porém não deixa de ser um material bastante acessível, e que está sendo utilizado inclusive por escolas, num projeto de educação ambiental da Secretaria Municipal do Ambiente. Já a elaboração do diagnóstico ambiental em bacia hidrográfica mostrou-se de grande validade, sendo que é muito visível a relação entre “causa e efeito” que ela traz intrínseca ao seu funcionamento.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BRITO, Francisco A.; CÂMARA, João B. D. *Democratização e gestão ambiental: em busca do desenvolvimento sustentável.* 3ª ed. Petrópolis: Vozes, 1998.

CARVALHO, Marcia Siqueira de. Transformações recentes na agricultura do distrito de Tamarana – município de Londrina – Paraná. *Geografia*. Londrina: Depto. de Geociências, vol. 4, p.14-37, 1987.

CNUMAD – Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento. *Agenda 21*. Curitiba: IPARDES, 2001.

CONAMA. Resolução nº 20, de 18 de Junho de 1986. Publicado no D.O.U. DE 30/7/86. Disponível em <http://www.bevtech.com.br/legislacao/r_conama20_2.htm>. Acessado em 04 nov. 2004.

COSTA, Alexander Josef Sá Tonias da. Mudanças no comportamento hidrológico de bacias de drenagem em função do processo de urbanização na cidade do Rio de Janeiro. *GeoUERJ*. Rio de Janeiro: Departamento de Geografia, n. 3, p. 67-81, junho 1998.

CUNHA, Sandra Baptista da. Geomorfologia Fluvial. In: CUNHA, S. B. da; GUERRA, A. J. T. *Geomorfologia: Exercícios, Técnicas e Aplicações*. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1996, p.157 a 189.

CUNHA, Sandra Baptista da. e GUERRA, Antônio José Teixeira. Degradação ambiental. In: GUERRA, A. J. T.; CUNHA, S. B. da. (org.) *Geomorfologia e Meio Ambiente*. 3ª ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2000, p. 337 – 376.

DIAS, Genebaldo Freire. *Populações marginais em ecossistemas urbanos*. Brasília: IBMARNR, 1989.

GIANSANTI, Roberto. *O desafio do desenvolvimento sustentável.* São Paulo: Atual, 1998.

LEAL, Márcia Souza. *Gestão ambiental de recursos hídricos: princípios e aplicações.* Rio de Janeiro: CPRM/ANEEL, 1998.

LEFF, Enrique. *Epistemologia Ambiental*. Traduzido por Sandra Valenzuela. 2ª ed. São Paulo: Cortez, 2002.

LÓIS, Érika. *Parque Linear Ribeirão Lindóia*. Londrina: IPPUL, 1998.

MAACK, Reinhard. *Geografia Física do Estado do Paraná.* Curitiba, CODEPAR/UFPR/IBPT, 1968.

MACEDO, Jorge Antônio Barros de. *Águas e Águas.* Juiz de Fora – MG: UFJF, 2000.

MACHADO, Pedro José de Oliveira. Recursos hídricos: uso e planejamento. *Geosul*. Florianópolis: v. 16, n. 31, jan./jun. 2001, p. 103-115.

MOTA, Suetônio.*Urbanização e meio ambiente*. Rio de Janeiro: ABES, 1999.

PIEROTE, Ângela Ribas. *Subsídios para o planejamento ambiental na bacia hidrográfica do ribeirão Cafezal*. Londrina, 1999 (monografia de bacharelado)

PIRES, José S. R., SANTOS, José Eduardo dos; DEL PRETTE, Marcos E. A utilização do conceito de Bacia Hidrográfica para a conservação dos recursos naturais. In: SCHIAVETTI, Alexandre; CAMARGO, Antonio F. M. *Conceitos de Bacias Hidrográficas*: teorias e aplicações. Ilhéus – BA: Editus, 2002.

SANTOS, João Carlos de O. Diagnóstico ambiental em bacias de drenagem: o uso da composição química das águas fluviais para inferir sobre condições ambientais. *Revista Sul Ambiental*, Ano 3, nº 9, março/2004.

SECRETARIA MUNICIPAL DO AMBIENTE. *Bacias hidrográficas urbanas de Londrina*. Londrina, 2004, 13 p.

SILVA, José Eduardo da. e GUERRA, Antonio José Teixeira. Análise da expansão urbana e das modificações no uso do solo nas su-bacias do rio Tindiba e córrego do Catonho, Jacarepaguá, RJ, e suas implicações sobre a erosão do solo. *Sociedade & Natureza*, Uberlândia, n. 12(24), p. 5-20, jul./dez. 2000.

SILVEIRA, André L. L. da. Ciclo hidrológico e bacia hidrográfica. In: TUCCI, Carlos E. M. (org.). *Hidrologia: ciência e aplicação*. 2.ed.; 2.reimpr. Porto Alegre: Ed. Universidade/UFRGS : ABRH, 2001, p. 40-51

TAUK-TORNISIELO, Sâmia Maria et al. *Análise Ambiental: estratégias e ações.* São Paulo: T.A. Queiroz / Fundação Salim Farah Maluf / CEA – UNESP, 1995.

VON SPERLING, Marcos. *Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos*. 2ª ed. Belo Horizonte: UFMG, 1996, v. 1.